

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-77589

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 7/095

識別記号

片内整理番号

A 9368-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願平6-211248

(22) 出願日 平成6年(1994)9月5日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 片山 剛

長岡京市馬場園所1番地 三菱電機エンジ

ニアリング株式会社京都事業所内

(72) 発明者 長沢 雅人

長岡京市馬場園所1番地 三菱電機株式会

社映像システム開発研究所内

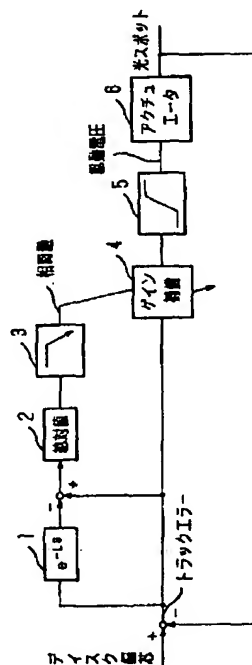
(74) 代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

(54) 【発明の名称】 光ディスク装置

(57) 【要約】

【目的】 相関検出を用いた光ディスク装置においてトラッキング制御及びフォーカス制御に繰り返し型学習制御理論を応用して追従能力を向上させた光ディスク装置を得る。

【構成】 ディスク1回転分のトラック偏差を記憶するメモリを用いて、1トラック前のトラック偏差との相関を検出し、トラッキング制御系のループゲインを可変する事でトラック相関量に応じてトラッキング制御系の制御帯域を可変する。また、制御系におけるトラックエラー信号の1トラック前の制御偏差に対して相関が強い場合、制御帯域を上げ、安定性よりも追従性を重視した制御を行わせる。逆に相関が弱い場合、制御帯域を下げることで制御システムを追従性よりも安定性を重視させるような特性とする事により適応動作が行われる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ディスクのトラッキング動作を行うためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分のトラック偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、トラッキング制御系のループゲインを可変することによりトラック相関量に 10 応じてトラッキング制御系の制御帯域を可変することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 2】 光ディスクのフォーカス動作を行うためのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分の焦点ズレの偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前の焦点ズレの偏差との相関を検出し、フォーカス制御系の 20 ループゲインを可変することにより面振れ相関量に応じてフォーカス制御系の制御帯域を可変することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 3】 光ディスクのトラッキング動作を行うためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分の 30 トラック偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、トラッキング制御系の低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変することによりトラッキング制御系の低周波な制御剛性と安定性のバランスを可変することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 4】 光ディスクのフォーカス動作を行うためのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対し 40 上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分の焦点ズレ偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前の焦点ズレ偏差との相関を検出し、フォーカス制御系の低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変することによりフォーカス制御系の低周波な制御剛性と安定性のバランスを可変することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 5】 光ディスクのトラッキング動作を行うためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータ 50 の回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号に対

2

し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分のトラック偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、トラッキング制御系のループゲインを可変することで、現在追従しているトラックと 1 トラック前のトラック誤差の平均値との相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードループにおけるアッテネータ量を可変することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 6】 光ディスクのフォーカス動作を行うためのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分の焦点ズレ偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前の焦点ズレ偏差との相関を検出し、フォーカス制御系のループゲインを可変することで、現在追従しているトラックと 1 トラック前のフォーカス誤差の平均値との相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードループにおけるアッテネータ量を可変することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 7】 上記トラック偏差を記憶するメモリが直列に数個接続させることで、ディスク 1 回転～数回転前のトラック偏差を記憶し、現在のトラック偏差と比較することで、現在追従しているトラックと 1～数トラック前のトラック誤差の平均値との相関を検出することを特徴とする請求項 1～請求項 6 にいずれかに記載の光ディスク装置。

【請求項 8】 光ディスクのトラッキング動作を行うためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分のトラック偏差を記憶するメモリを直列に数個接続することで、ディスク 1 回転前～数回転前のトラック偏差を記憶し、現在のトラック偏差と比較することで、現在追従しているトラックと 1～数トラック前のトラック誤差の平均値との相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードループにおけるアッテネータ量を可変するとともに、トラッキング制御系のループゲインを可変することによりトラック相関量に応じて学習度合および制御帯域を可変することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 9】 光ディスクのフォーカス動作を行うためのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分の焦点

## 3

ズレ偏差を記憶するメモリを直列に数ヶ接続すること  
で、ディスク 1 回転前～数回転前の焦点ズレ偏差を記憶  
し、現在の焦点ズレ偏差と比較することで、現在追従し  
ているトラックと 1～数トラック前のフォーカス誤差の  
平均値との相関を検出し、学習補償部のフィードフォ  
ワードループにおけるアッテネータ量を可変するととも  
に、フォーカス制御系のロープゲインを可変することに  
よりフォーカス相関量に応じて学習度合および制御帯域  
を可変することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 10】 光ディスクのトラッキング動作を行う 10  
ためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキ  
ングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモ  
ータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号  
に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリ  
にて学習制御部とを有し、上記ディスク 1～n 回転前の  
トラック偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に  
有し、1～n 回転前の記憶した偏差情報に、各々周波数特  
性上の重みづけをした後、1 トラック前のトラック偏差  
との相関を検出し、上記相関量に基づきトラッキング制  
御系のフィードバックゲイン量を可変することを特徴と 20  
する光ディスク装置。

【請求項 11】 光ディスクのフォーカス動作を行うた  
めのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアク  
チュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回  
転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対  
し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学  
習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1～n 回転分  
前の焦点ズレの偏差を記憶する容量の異なるメモリを個  
々に有し、1～n 回転前の記憶した面振れ情報に、各々  
周波数特性上の重みづけをした後、1 トラック前の焦点 30  
ズレの偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきフ  
ォーカス制御系のフィードバックゲイン量を可変するこ  
とを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 12】 光ディスクのトラッキング動作を行う  
ためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキ  
ングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモ  
ータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号  
に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリ  
にて学習制御部とを有し、上記ディスク 1～n 回転前の  
トラック偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に 40  
有し、各々に Q 値が可変されたバンドパスフィルタによ  
る重みづけをした後、各々のメモリ群に記憶し、1 トラ  
ック前のトラック偏差との相関を検出し、上記相関量に  
基づきトラッキング制御系のフィードバックゲイン量を  
可変することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 13】 光ディスクのフォーカス動作を行うた  
めのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアク  
チュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回  
転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対  
し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学 50

## 4

習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1～n 回転分  
前の焦点ズレの偏差を記憶する容量の異なるメモリを個  
々に有し、各々に Q 値が可変されたバンドパスフィルタ  
による重みづけをした後、各々のメモリ群に記憶し、1  
トラック前の焦点ズレの偏差との相関を検出し、上記相  
関量に基づきフォーカス制御系のフィードバックゲイン  
量を可変することを特徴とする光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ディスク装置に関  
し、特に、記録再生装置があらゆる状況で記録、再生等  
が行えるトラッキング・フォーカス制御に関するもので  
ある。

【0002】

【従来の技術】図 17～21、図 25～28 (b) 及び  
表 1 は、森 昌文、久保 高啓 共著：「光ディスク」  
(株) オーム社 (昭和 63 年 5 月 10 日発行) に掲載さ  
れている従来の光ディスクのトラッキング制御の構成を  
示す図および表である。

【0003】図 17 はビデオディスクのトラックの振れ  
の規格を示す図、図 18 はレンズ駆動機構の原理を説明  
するための図、図 19 は反射鏡の傾きを変え、レーザ光  
ビーム傾きを変える機構を示す断面図、図 20 は反射鏡  
を用いたレーザ光スポットの 2 軸駆動機構を示す図、図  
21 はオートトラッキングサーボ信号検出法の例 (3 ス  
ポット法) を示す図である。

【0004】図 25 はプッシュプル法によるオートトッ  
キングサーボ信号検出を示す図、図 26 は非点収差法  
に用いられた 4 分割光検知器上のスポット形状を示す  
図、図 27 はフォーカシング、トラッキング、ラジアル  
送りサーボ系の関係を示す図、図 28 はスパイラルトラ  
ック追尾時の対物レンズの動きを示す図である。

【0005】図 17 において、(a) はディスク面の上下動 (面振れ)、(b) はトラックのディスク半径方向  
へのぶれ、(c) は回転の揺らぎ (時間軸移動) を表  
す。図 19 において、N、S は磁界の N 極、S 極を表  
す。図 21 において、トラック上の光の 3 スポットをそ  
れぞれ  $G_+$ 、 $G_0$ 、 $G_-$  とする。また図 25 において  
も、トラッキングサーボ信号は  $I_t = I_+ - I_-$ 、図 2  
0 の 4 分割光検知器からの信号をそれぞれ  $I_1$ 、 $I_2$ 、  
 $I_3$ 、 $I_4$  とすると、 $I_0 = (I_1 + I_3) + (I_2 +$   
 $I_4)$  で表し、光検知器の出力  $I_F = (I_1 + I_3) -$   
 $(I_2 + I_4)$  は、非点収差法オートフォーカシングサ  
ーボ信号を表す。

【0006】図 27 において、 $I_P$  は、オートトラッキ  
ング信号検出にプッシュプル法、オートフォーカシング  
信号検出に非点収差法を用いたときの信号で、光検知器  
からとり出される主信号である。図 28 において (a)  
は光ヘッド停止、(b) はラジアル送りサーボによる光  
ヘッドの移動ありということを表す。

5

【0007】図22～24は大友 義郎 著：「光ディスク」丸善株式会社（平成2年8月30日発行）に掲載されている従来の光ディスクのトラッキング制御の構成を示す図、図22は3スポットの形式は回折格子を用いて行われる図、図23は3スポット法によるトラッキングサーボの例を示す図、図24は非点収差法によるフォーカスサーボ信号の検出を示す図である。

【0008】図29、図30は村山 登、小出 博、山田 和作、国兼 真 著：「光ディスク技術」（株）ラジオ技術社（平成元年2月10日発行）に掲載されているトラッキング駆動系のモデル図とブロック図である。

【0009】図29において、各記号は下記の意味を表す。

0：絶対座標系原点

0'：粗動モータ上の対物レンズ系原点

x：絶対系に対する対物レンズ系座標

xc：絶対系に対する粗動モータ座標

xt：原点0'からの対物レンズ座標

ft：対物レンズ系の駆動力

mt：対物レンズ系の可動部の質量

Kt：対物レンズ系のバネ定数

Dt：対物レンズ系の粘性係数

mc：粗動モータ系の質量

6

\*fc：粗動モータ系の駆動力

d(t)：変位励振

【0010】図30において、各記号は下記の意味を表す。

s：ラプラス演算子

Xt(s)：ラプラス変換した位置

Xc(s)：ラプラス変換した位置

Ft(s)：ラプラス変換した力

Fc(s)：ラプラス変換した力

【0011】光ディスク装置では、ディスクを回転することと、光ヘッドを半径方向に移動させることにより、光スポットでディスクの記録面を走査している。その回転や外部振動の影響、ディスクやディスク装置の機械精度のため、トラックは上下、左右に激しく動いたり、回転が揺らいだりする。例えば、ビデオディスクの場合は、それらが図17のような特性になっている。光スポットをこのトラック上に高精度で保持し、正しい信号再生を行うため、表1のように光スポットを走査、制御している。光スポットがトラック上を正しく走査しているかどうかを光学的に検出し、その信号で光スポット駆動機構を動かし、常に正しい走査を行う。

【0012】

\* 【表1】

走査方向	目的	手段
ディスク面に垂直 (z軸)	焦点合わせ (オートフォーカスサーボ) 精度 $\pm 0.5 \sim 1 \mu m$	光学的に焦点ずれを検出 電磁駆動でレンズをz方向に動かす。
ディスク半径方向 (x軸)	トラック追尾 (トラッキングサーボ) 精度 $\pm 0.1 \mu m$	トラックからのスポット ずれを光学的に検出、電磁 駆動力でレンズをx方向に 動かす。
	再生位置の変更 (ラジアル送りサーボ)	モータで光ヘッドをx方向 に移動させる。
トラック接線方向 (y軸)	トラック上の光スポット 走査で信号再生 (ディスク回転サーボ) 精度0.1%以下	モータでディスクを回転 する。
	再生信号の時間軸補正 (ジッタ補正サーボ)	再生した標準周波数信号と プレーヤの基準信号で位相 ずれを検出、電磁駆動で 光路中の反射鏡の傾きを 変え、光スポットを トラック方向に動かす。

【0013】光スポット駆動法としては次の二つがある。

(1) レンズ駆動法：対物レンズ駆動法と光ヘッド全体駆動法に細分。

(2) 反射鏡回動法：磁石とコイルを組み合わせで電磁力で対物レンズを上下(z軸方向)に動かすための機構原理は図18に示されている。磁石とコイルをもう一組追加し、レンズをレーザ光と直角(x軸方向)にも動か

7

す2軸駆動機構になっているのが普通である。場合によっては3軸駆動にすることもある。図20には反射鏡回動で光ビームの方向を変える機構の一例が示されている。コイルに電流を流し、生じた電流で反射鏡を傾ける。対物レンズに入射するレーザ光ビームの角度が変わるので焦点を結ぶ位置がずれる。図19には、この回動反射鏡を二つ組み合わせ、光スポットをx、y方向に駆動する機構を示している。

【0014】誤差の検出方法としては次の4つに分類される。

- (1) 3スポット法
- (2) プッシュプル法
- (3) ウォブリグ法
- (4) ヘテロダイン法

【0015】図21は従来のオートトラッキングサーボの例(3スポット法)を示す図である。半導体レーザと対物レンズの間のレーザビームに回折格子をいれ、0次、±1次の回折光をつくる。それらの回折光は、対物レンズによってトラック上でG<sub>0</sub>、G<sub>+</sub>、G<sub>-</sub>のスポットに集光される(同図(b)参照)。それぞれの反射光は、同図(c)のように3分割光検知器で受光する。ディスク回転などでトラックが左右に動くときそれに応じてG<sub>+</sub>、G<sub>-</sub>がトラックにかかる量がかわるので、出力I<sub>t</sub> = I<sub>+</sub> - I<sub>-</sub>の低周波成分でトラックずれを検出することができる。この方式を用いたオートトラッキングサーボは安定性が高いので、光学系が複雑で、調整が難しいなどの問題点もあるが、ビデオディスクプレーヤ、DA Dプレーヤによく用いられている。

【0016】トラッキングサーボを行うためには光スポットが正しいトラックの位置からどれくらいずれているかを検出する。読みだし専用ディスクの場合と書き込み可能型ディスクの場合とではトラッキングの方法が異なる。読みだし専用ではデータが書き込まれているために、これを頼りにトラッキングすればよく、書き込み可能型ではあらかじめ刻み込まれている案内溝またはトラッキング用のピットをたどる。前者のタイプには3スポット法、後者の場合にはプッシュプル法が一般に用いられている。ここでは3スポット法について図22、図23によって説明する。

【0017】図22は従来の3スポットの形式が回折格子を用いて行われる図、図23は従来の3スポット法によるトラッキングサーボの例を示す図である。一個の半導体レーザから三個の光スポットをつくり出すために図22に示すようにレーザ光の光路に「回折格子」を挿入する。「回折格子」とは多数の細かい平行線が刻み込まれているガラス板で、これに垂直に入射した平行光は入射光の光軸に対称の二方向に回折される成分と、回折されないで直進する成分とに分けられる。

【0018】これら三方向に分かれた光をレンズで集光すると三個の光スポットが得られるが、中央の回折され

8

ないスポットが最も強い光となり、これを読みだし用の光スポット、両側の弱い光スポットをトラッキング用として使用する。三個のスポット列は図23aの(1)、(2)、(3)のようにトラックの方向に対してわずかに傾け、一番強い光スポットをトラックの真上に、その両側の弱い光のスポットはそれぞれトラックの両側に配置する。これら三個の光スポットの反射光を三個の光検出器で受け、その出力を互いに比較して中心のスポットが正しいトラックの中心にあるかを検出する。図23aはこの場合の信号検出回路の構成で三個のセンサーA、B、Cに前記三個の光スポットを結像させる。検出器AとCには両端の光スポットがそれぞれ結像し、検出器Bには中央の一番強い光スポットが結像する。ここで検出器Bは四分分割されており、図24のフォーカスサーボ用の検出器と兼用になっている。光スポットの位置が、四分分割光検出器出力のバランスがとれる位置にあり(すなわち光スポットが焦点位置にある)、かつA及びB両端の光検出器出力の差がゼロになる位置が正しいトラッキングの状態である。図23bの信号波形で(2)の位置がこの状態に対応する。

【0019】光ディスクメモリ装置に比較的良好に用いられるのは、図25に示すプッシュプル法である。ピットに照射されたレーザ光は反射されて光検知器に入射する。光がピットの中心に入射するか、中心からずれているかによって反射光の強度分布が図のように変わる。そこで、2分割光検知器を用いて出力I<sub>t</sub> = I<sub>+</sub> - I<sub>-</sub>で光スポットがトラックからずれているか否かが判る。光学系が極めて簡単になるが、ディスクの傾きの影響で制御精度が悪くなる方式である。オートトラッキング信号検出にプッシュプル法、オートフォーカシング信号検出に非点収差法を用いたときの各信号は、図26の光検知器から下記のようにとり出される。

主信号:  $I_p = (I_1 + I_2) + (I_2 + I_4)$

オートフォーカシング信号:  $I_F = (I_1 + I_3) - (I_2 + I_4)$

オートトラッキング信号:  $I_t = (I_1 + I_2) - (I_3 + I_4)$

【0020】図27は従来のフォーカシング、トラッキング、ラジアル送りサーボの関係を示した図である。フォーカシングサーボ系では、焦点ズレ検出のための二つの光検知器の差出力I<sub>F</sub>を2軸駆動機構の一軸に入れ、レンズをディスクに垂直な方向に動かし焦点を合わせる。光源の半導体レーザ出力変化やディスクの光反射率変化で差出力I<sub>F</sub>が変化するのでこれを補正する系を付け加えるのが普通である。二つの光検知器の和出力I<sub>0</sub>で、差出力I<sub>F</sub>を割算した出力を駆動増幅器入力とするのが一例である。トラッキングサーボ系では、トラックずれ検出用の二つの光検出器の差出力I<sub>t</sub>でレンズを半径方向に動かし、光スポットをトラック上に保持する。ここでも同じようにI<sub>t</sub>/I<sub>0</sub>を用いるなどの補正をする。光

9

スポットがスパイラルトラックをたどっていると、対物レンズは半径方向の移動が可能な範囲（±200～300 μm）の限界にまで行き着き、動けなくなってしまう（図28（a））。そこで、差出力  $I_t$  で光ヘッド全体動かし、対物レンズでつねにレンズ駆動機構の可動範囲のほぼ中心で動いているようにする（図28（b））。すなわち、レンズ駆動機構は狭い範囲だが高速で、そして光ヘッド駆動機構は低速だがディスクの最内周トラックから最外周トラックまで大きく光スポットを動かしている。

【0021】回転しているディスク上のトラックは、種々の要因によってトラック振れを起こす。このトラック振れは、単にディスクの回転数に同期した周波数成分だけでなく、高周波成分をも持っている。サーボ系としては、振動、ディスクの反射率変動、温度などの外乱があっても、レーザ・ビームをトラック振れに追従させる必要がある。

【0022】（1）トラッキング駆動方式  
対物レンズのみを移動してトラックを追従させると、トラック・オフセットが生じるが、光ピックアップ全体を駆動する粗動モータを同時に動かすとオフセットが軽減する。対物レンズ系の許容移動量は、光学系にもよるが、約20 μmである。この粗動モータと対物レンズを駆動するアクチュエータを相補的に駆動して、レーザ・

$$X_c(s) = F_c(s) / m_c \cdot s^2$$

$$X_r(s) = \frac{1}{m_r \cdot s^2 + D_r \cdot s + K_r} \{ F_r(s) - \frac{m_r}{m_c} F_c(s) \}$$

【0028】となる。これをブロック図で表すと、図30のようになる。

【0029】図31～36は1992年電子情報通信学会春季大会講演論文集（4）のC-364 片山 剛 著：「DSPを用いた光ディスクの学習トラッキング制御」の理論説明図である。図31は位相余裕量に対する学習限界を示す図、図32は繰り返し型学習制御の安定性を示す制御系のナイキスト線図である。図32において、各記号は下記の意味を表す。

Im：虚軸

Re：実軸

H(s)：動特性補償器（進み補償）

G(s)：アクチュエータ

||K(s)||：安定化補償器のゲイン量

【0030】図33は学習補償器の周波数特性を示す制御系のボード線図、図34はDSPを用いた学習制御系ブロック図である。図34において、各記号は下記の意味を表す。

A/D：アナログ・デジタル変換器

K(s)：安定化補償器

e-LS：記憶部

10

\*ビームをトラック追従させる2段サーボ方式には、次の2方式がある。

【0023】①トラッキング・エラー信号に基いてアクチュエータおよび粗動モータを駆動するレンズ位置センサレス2段サーボ方式。

②トラッキング・エラー信号によってアクチュエータのみを駆動し、粗動モータは対物レンズ変位検出信号によって駆動するレンズ位置センサ付き2段サーボ方式。

【0024】（2）トラッキング駆動系のモデル

10 板バネによって支持されたレンズ並進方式アクチュエータを使用したモデル図29の運動方程式は、粗動モータ駆動系に粘性がないとすると、次のようになる。

【0025】

【数1】

$$m_r \ddot{x}_r + D_r \dot{x}_r + K_r x_r = f_r$$

$$m_c \ddot{x}_c = f_c - f_r$$

【0026】対物レンズ系と粗動モータ系の質量系は十分大きいので粗動モータへのアクチュエータからの反力は無視し、 $x = x_r + x_c$  を考慮して上式をラプラス変換すると、

【0027】

【数2】

H(s)：動特性補償器（進み補償）

D/A：デジタル・アナログ変換器

DR：ドライバー

G(s)：アクチュエータ

【0031】図35は偏差補償器の入出力の実測図、図36はトラックエラーの実測図である。

【0032】光ディスク装置のトラッキング制御は、記録密度の向上に伴い安定性、速応性を損わず追従能力を上げることが要求されている。そこで、トラッキング制御及びフォーカス制御に繰り返し型学習制御理論を応用することで飛躍的に追従能力を向上できる。また、DSP（デジタルシグナルプロセッサ）を用いたソフトウェアサーボによっても実現できる。

【0033】次に、学習能力と安定性の関係について説明する。図31はシステムの安定性に対する学習限界を示したものである。図より位相余裕量が増えると学習能力が向上し、特に制御帯域付近の周波数特性が重要であることがわかる。これは図32に示す学習安定円に対するシステムのベクトル軌跡からも明かであり、学習ループの高周波成分を減衰させるフィルタ（学習制御の安定化フィルタ）を挿入することにより、基本周波数の学習

50

能力及び安定性がより向上できることを示している。

【0034】図33に従来のシステムにおける学習補償器の周波数特性を示す。図中、学習によるピークは、学習ループのゲインが1に近づくほど大きくなるもので、学習能力に比例している。図33で示した場合の補償器では、約20dBの学習能力を有している。

【0035】図34に従来のブロック図を示す。このシステムは、多段のIIR型デジタルフィルタと学習メモリにより構成される光ディスクの制御系の偏差補償器と追従補償器からなる。

【0036】ここで従来においては、図31の安定性を満足させるため、多段のデジタルフィルタで構成した $H(s)$ で示される安定化補償器が必要となる。また、 $H(s)$ の動特性補償器を進みフィルタ構成することにより、学習補償器がない場合の位相余裕量を確保し、学習システムの動特性を定めることが可能である。

【0037】従って、 $H(s)$ による動特性の設定と学習補償器による追従性の設定が別々に行えるようになる。また、以上のシステムは、一つのソフトウェア上で構成することが可能である。

【0038】一例として、実際の動作例を図において説明する。ここで、DSPのサンプリング周期は、50kHz、制御帯域は3kHz、位相余裕量は、約60degである。

【0039】図35はDSPにおける偏差補償器の入出力を示したもので、学習動作後、制御偏差がほぼなくなっているのがわかる。このとき学習補償器は、ディスク偏心の学習結果を出力し続けている。

【0040】図36はディスクを2mm偏心させたときのトラックエラーを示したもので、学習制御がない場合は約0.7μmの偏差が残っているが、同じ制御帯域での学習制御後、偏差は殆どなくなっている。このように実際の有効性が確認できる。

【0041】従来のシステムは、フォーカス制御の場合もまったく同様に実現できることは言うまでもない。

【0042】

【発明が解決しようとする課題】従来の光ディスク装置のトラッキング・フォーカス制御は以上のように構成され記録密度の向上に伴い、安定性、速応性を損なわず追従能力を上げることが要求されている。

【0043】従来の直結フィードバック制御からなるトラッキング・フォーカス制御は、アクチュエータの高次機械共振や、ディスクのビット列による光の変調成分が制御系へ外乱として混入し、制御帯域の高帯域化が妨げられ、無理に制御帯域を広げようとすると位相余裕が減少し、制御系が発振するなどの問題が生じた。

【0044】これに対し、上述した学習制御方式は従来の制御帯域を広げずに周期的な追従目標に対する追従能力を向上させることができるため、より狭トラックなシステムや偏芯の大きなシステム、ディスク回転数の高い

システム（転送レートの高いシステム）に対応することができる。

【0045】しかし、上述した学習制御はナイキスト線図からもわかるように、従来の直結フィードバック制御では、 $(-1, 0)$ の点を左に見ながら $(0, 0)$ に集束すれば安定であった（ナイキストの安定原理）のに対し、 $(-1, 0)$ の点を中心とする円の外側をまわるようにしなければならず、安定余裕が劣化している。

【0046】また、学習制御（繰り返し制御）は一周前の偏差信号を記憶し、記憶した結果をもとの制御システムにフィードフォワード加算する方式であるため、ディスクの傷や装置に加わる振動などの外乱によって周期的でない追従目標が与えられた場合、これを学習することはかえって制御システムに不要なノイズを混入することと等しくなってしまう。

【0047】そのため、振動が加わったりディスクの傷などが混入した際の制御システムの安定性の向上や、メモリに学習されてしまう不要な無周期成分の影響を無くすことが要求されていた。

【0048】本発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、トラッキング制御及びフォーカス制御に繰り返し型学習制御理論を応用することにより飛躍的に追従能力を向上できる光ディスク装置を得ることを目的とする。

【0049】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る光ディスク装置は、光ディスクのトラッキング動作を行うためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク1回転分のトラック偏差を記憶するメモリを用いて、1トラック前のトラック偏差との相関を検出し、トラッキング制御系のループゲインを変換することによりトラック相関量に応じてトラッキング制御系の制御帯域を変換するものである。

【0050】また、本発明の請求項2に係る光ディスク装置は、光ディスクのフォーカス動作を行うためのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク1回転分の焦点ズレの偏差を記憶するメモリを用いて、1トラック前の焦点ズレの偏差との相関を検出し、フォーカス制御系のループゲインを変換することにより面振れ相関量に応じてフォーカス制御系の制御帯域を変換するものである。

【0051】また、本発明の請求項3に係る光ディスク装置は、光ディスクのトラッキング動作を行うためのト



13

ラッキングアクチュエータと、上記トラッキングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分のトラック偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、トラッキング制御系の低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変することによりトラッキング制御系の低周波な制御剛性と安定性のバランスを可変するものである。

【0052】また、本発明の請求項 4 に係る光ディスク装置は、光ディスクのフォーカス動作を行うためのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分の焦点ズレ偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前の焦点ズレ偏差との相関を検出し、フォーカス制御系の低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変することによりフォーカス制御系の低周波な制御剛性と安定性のバランスを可変するものである。

【0053】また、本発明の請求項 5 に係る光ディスク装置は、光ディスクのトラッキング動作を行うためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分のトラック偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、トラッキング制御系のループゲインを可変することで、現在追従しているトラックと 1 トラック前のトラック誤差の平均値との相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードループにおけるアッテネータ量を可変するものである。

【0054】また、本発明の請求項 6 に係る光ディスク装置は、光ディスクのフォーカス動作を行うためのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分の焦点ズレ偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前の焦点ズレ偏差との相関を検出し、フォーカス制御系のループゲインを可変することで、現在追従しているトラックと 1 トラック前のフォーカス誤差の平均値との相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードループにおけるアッテネータ量を可変するものである。

【0055】また、本発明の請求項 7 に係る光ディスク装置は、上記トラック偏差を記憶するメモリが直列に数

14

個接続させることで、ディスク 1 回転～数回転前のトラック偏差を記憶し、現在のトラック偏差と比較することで、現在追従しているトラックと 1～数トラック前のトラック誤差の平均値との相関を検出するものである。

【0056】また、本発明の請求項 8 に係る光ディスク装置は、光ディスクのトラッキング動作を行うためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分のトラック偏差を記憶するメモリを直列に数々接続することで、ディスク 1 回転前～数回転前のトラック偏差を記憶し、現在のトラック偏差と比較することで、現在追従しているトラックと 1～数トラック前のトラック誤差の平均値との相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードループにおけるアッテネータ量を可変するとともに、トラッキング制御系のロープゲインを可変することによりトラック相関量に応じて学習度合および制御帯域を可変するものである。

【0057】また、本発明の請求項 9 に係る光ディスク装置は、光ディスクのフォーカス動作を行うためのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1 回転分の焦点ズレ偏差を記憶するメモリを直列に数々接続することで、ディスク 1 回転前～数回転前の焦点ズレ偏差を記憶し、現在の焦点ズレ偏差と比較することで、現在追従しているトラックと 1～数トラック前のフォーカス誤差の平均値との相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードループにおけるアッテネータ量を可変するとともに、フォーカス制御系のロープゲインを可変することによりフォーカス相関量に応じて学習度合および制御帯域を可変するものである。

【0058】また、本発明の請求項 10 に係る光ディスク装置は、光ディスクのトラッキング動作を行うためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習制御部とを有し、上記ディスク 1～n 回転分前のトラック偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、1～n 回転前の記憶した偏芯情報に、各々周波数特性上の重みづけをした後、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきトラッキング制御系のフィードバックゲイン量を可変するものである。

【0059】また、本発明の請求項 11 に係る光ディスク装置は、光ディスクのフォーカス動作を行うためのフ



15

フォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1～n 回転前の焦点ズレの偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、1～n 回転前の記憶した面振れ情報に、各々周波数特性上の重みづけをした後、1トラック前の焦点ズレの偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきフォーカス制御系のフィードバックゲイン量を可変するものである。

【0060】また、本発明の請求項 12 に係る光ディスク装置は、光ディスクのトラッキング動作を行うためのトラッキングアクチュエータと、上記トラッキングアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するトラック誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習制御部とを有し、上記ディスク 1～n 回転前のトラック偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、各々に Q 値が可変されたバンドパスフィルタによる重みづけをした後、各々のメモリ群に記憶し、1トラック前のトラック偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきトラッキング制御系のフィードバックゲイン量を可変するものである。

【0061】また、本発明の請求項 13 に係る光ディスク装置は、光ディスクのフォーカス動作を行うためのフォーカスアクチュエータと、上記フォーカスアクチュエータの制御回路を有する追従制御部とモータの回転に同期した周期性を有するフォーカス誤差信号に対し上記周期性誤差量を各周期ごとに繰り返しメモリにて学習する学習制御部とを有し、上記ディスク 1～n 回転前の焦点ズレの偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、各々に Q 値が可変されたバンドパスフィルタによる重みづけをした後、各々のメモリ群に記憶し、1トラック前の焦点ズレの偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきフォーカス制御系のフィードバックゲイン量を可変するものである。

【0062】

【作用】本発明の請求項 1 に係る光ディスク装置においては、制御系におけるトラックエラー信号の 1トラック前の制御偏差に対してトラッキング制御系のループゲインを可変することで、相関が強い（トラックエラーの形が 1トラック前とほぼ同じ形をしている）場合、制御帯域を上げ、安定性よりも追従性を重視した制御を行わせる。逆に相関が弱い場合、制御帯域を下げることで制御システムを追従性よりも安定性を重視させるような特性とすることにより適応動作が行われる。

【0063】また、本発明の請求項 2 に係る光ディスク装置においては、制御系における焦点ズレ信号の 1トラック前の制御偏差に対してフォーカス制御系のループゲ

16

インを可変することで、相関が強い（焦点ズレの形が 1トラック前とほぼ同じ形をしている）場合、制御帯域を上げ、安定性よりも追従性を重視した制御を行わせる。逆に相関が弱い場合、制御帯域を下げることで制御システムを追従性よりも安定性を重視させるような特性とすることにより適応動作が行われる。

【0064】また、本発明の請求項 3 に係る光ディスク装置においては、制御系におけるトラックエラー信号の 1トラック前の制御偏差に対してトラッキング制御系の低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変することで、相関が強い場合、カットオフ周波数を高くして低域～中域までの制御系の能力を向上させ、相関が弱い場合、カットオフ周波数を低くして低域のみの制御系の能力の向上にとどめるような特性とすることにより適応動作が行われる。

【0065】また、本発明の請求項 4 に係る光ディスク装置においては、制御系における焦点ズレ信号の 1トラック前の制御偏差に対してフォーカス制御系の低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変することで、相関が強い場合、カットオフ周波数を高くして低域～中域までの制御系の能力を向上させ、相関が弱い場合、カットオフ周波数を低くして低域のみの制御系の能力の向上にとどめるような特性とすることにより適応動作が行われる。

【0066】また、本発明の請求項 5 に係る光ディスク装置においては、制御系におけるトラックエラー信号の 1トラック前の制御偏差に対して現在追従しているトラックと 1トラック前のトラック誤差の平均値との相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードにおけるアッテネータ量を可変することにより適応動作が行われる。

【0067】また、本発明の請求項 6 に係る光ディスク装置においては、制御系における焦点ズレ信号の 1トラック前の制御偏差に対して現在追従しているトラックと 1トラック前のフォーカス誤差の平均値との相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードにおけるアッテネータ量を可変することにより適応動作が行われる。

【0068】また、本発明の請求項 7 に係る光ディスク装置においては、上記トラック偏差を記憶するメモリが直列に数個接続されることでディスク 1 回転～数回転前のトラック偏差を記憶し、現在のトラック偏差と比較することで、現在追従しているトラックと 1～数トラック前のトラック誤差の平均値との相関を検出するような特性とすることにより適応動作が行われる。

【0069】また、本発明の請求項 8 に係る光ディスク装置においては、トラックエラー信号の 1～数トラック前の制御偏差の平均値に対して相関が強い場合、トラッキング制御系のループゲインの制御帯域を上げるとともに学習制御のフィードフォワードゲインを 1 に近づけ、ほぼ完全な繰り返し学習制御を行わせる。逆に相関が弱い場合、トラッキング制御系のループゲインの制御帯域

17

を下げるるとともに繰り返し学習制御のフィードバックゲインをほぼ0にすることで制御システムを繰り返し制御を用いない従来の直結フィードバックループの特性とすることにより適応動作が行われる。

【0070】また、本発明の請求項9に係る光ディスク装置においては、焦点ズレ信号の1～数トラック前の制御偏差の平均値に対して相関が強い場合、フォーカス制御系のループゲインの制御帯域を上げるとともに学習制御のフィードフォワードゲインを1に近づけ、ほぼ完全な繰り返し学習制御を行わせる。逆に相関が弱い場合、<sup>10</sup>フォーカス制御系のループゲインの制御帯域を下げるるとともに繰り返し学習制御のフィードバックゲインをほぼ0にすることで制御システムを繰り返し制御を用いない従来の直結フィードバックループの特性とすることにより適応動作が行われる。

【0071】また、本発明の請求項10に係る光ディスク装置においては、制御系におけるトラックエラー信号の1～nトラック前までのトラックエラー信号の相関値に対し、例えば古い情報による相関値（数～nトラック前）にはフィルタのカットオフ周波数を低くし、十分ノイズ成分を除去するとともに、新しい情報による相関値にはフィルタのカットオフ周波数を高くし、なるべく全ての情報を活用するような重みづけを与えることにより、古い情報におけるノイズや外乱が相関値に影響しないようにする。

【0072】また、本発明の請求項11に係る光ディスク装置においては、制御系における焦点ズレ信号の1～nトラック前までの焦点ズレ信号の相関値に対し、例えば古い情報による相関値（数～nトラック前）にはフィルタのカットオフ周波数を低くし、十分ノイズ成分を除去するとともに、新しい情報による相関値にはフィルタのカットオフ周波数を高くし、なるべく全ての情報を活用するような重みづけを与えることにより、古い情報におけるノイズや外乱が相関値に影響しないようにする。

【0073】また、本発明の請求項12に係る光ディスク装置においては、制御系におけるトラックエラー信号の1～nトラック前までのトラックエラー信号の相関値に対し、例えば古い情報による相関値（数～nトラック前）にはバンドパスフィルタのQ値を高くし、十分ノイズ成分を除去するとともに、新しい情報による相関値には<sup>40</sup>バンドパスフィルタのQ値を低くし、なるべく全ての情報を活用するような重みづけを与えることにより、古い情報におけるノイズや外乱が相関値に影響しないようにする。

【0074】また、本発明の請求項13に係る光ディスク装置においては、制御系における焦点ズレ信号の1～nトラック前までの焦点ズレ信号の相関値に対し、例えば古い情報による相関値（数～nトラック前）にはバンドパスフィルタのQ値を高くし、十分ノイズ成分を除去するとともに、新しい情報による相関値にはバンドパス<sup>50</sup>

18

フィルタのQ値を低くし、なるべく全ての情報を活用するような重みづけを与えることにより、古い情報におけるノイズや外乱が相関値に影響しないようにする。

【0075】

【実施例】

実施例1

図1は本発明の実施例1の光ディスク装置における相関検出をするためのブロック図である。図において、1は学習メモリ、2は絶対値、3はローパスフィルタを示す。図2はトラック相関量によって制御系のループゲインを可変するように構成した光ディスク制御装置における相関検出をするためのブロック図である。図において、4は可変ゲイン補償部、5は位相進み回路、6はトラッキングアクチュエータである。

【0076】次に、実施例の動作について説明する。図2における学習メモリで1つ前のディスク偏芯の形を記憶して、現在の偏芯の形と比較することによって現在のディスク偏芯と1つ前のディスク偏芯の形がどのように変化しているかを算出し、この算出結果に絶対値をかけ、ローパスフィルタを通すことにより、数～数十トラック分でのトラック相関量の平均値を算出している。

【0077】上記によって算出されたトラック相関量に基づき、トラック相関が強い場合は、可変ゲイン補償部を用いてトラッキング制御系のゲインを上げる。また、トラック相関が弱い場合、可変ゲイン補償部を用いてトラッキング制御系のゲインを下げる。このように構成すると車載等における振動やディスクの傷等の突発的な外乱においてトラック相関が崩れた場合においてループゲインが下がり、制御システムが安定化される。このように可変ゲインやメモリ、絶対値を有するシステムにおいてはDSPに代表されるようなソフトウェアで構成することが容易である。

【0078】上記システムにおけるトラッキングアクチュエータをフォーカスアクチュエータに代えることにより、他の光ディスク装置が得られる。このものは、フォーカサーボに適用するとメモリで1つ前のディスクの面振れの形を記憶して、現在の面振れの形と比較することによって現在のディスクの面振れと1つ前のディスクの面振れの形がどのように変化しているかを算出し、この算出結果に絶対値をかけ、ローパスフィルタを通すことにより、数～数十トラック分でのフォーカス相関量の平均値を算出している。

【0079】上記によって算出されたフォーカス相関量に基づき、フォーカス相関が強い場合は、可変ゲイン補償部を用いてフォーカス制御系のゲインを上げる。また、フォーカス相関が弱い場合、可変ゲイン補償部を用いてフォーカス制御系のゲインを下げる。このように構成すると車載等における振動やディスクの傷等の突発的な外乱においてフォーカス相関が崩れた場合においてループゲインが下がり、制御システムが安定化される。こ

19

のように可変ゲインやメモリ、絶対値を有するシステムにおいてはDSPに代表されるようなソフトウェアで構成することが容易である。

#### 【0080】実施例2

図3は本発明の実施例2の光ディスク装置における相関検出をするためのブロック図である。図において、7はカットオフ周波数が可変できるような低域補償フィルタを示す。この低域補償フィルタは相関量が強い場合、カットオフ周波数を高くして低域～中域までの制御系の能力を向上させ、相関量が弱い場合、カットオフ周波数を低くして低域のみの制御系の能力の向上にとどめる。

【0081】次に実施例の動作について説明する。一般的に相関が弱い場合、車載時および携帯時の振動やディスクの傷による振動が光ディスクに伝わる。このときの振動の周波数は数Hz～数十Hz前後に大きな振動のピークを有している。そのためトラック相関が弱い場合、数Hz～数十Hzのサーボゲインを上げることによって外乱が存在する場合においても高い追従能力を維持し、偏差を小さく抑えることができる。ただし、このように低域～中域のゲインを上げすぎると低域補償フィルタの位相まわりによって制御帯域付近の位相が劣化し、不安定になる問題がある。しかし、上記の振動等によるトラック相関の欠如は一時的なものであるため、相関性が回復次第、低域補償の形を元に戻せば安定余裕が復活する。このように、振動や傷等の突発的な外乱があった場合においても瞬時に低減ゲインをアップさせることでトラッキング追従能力を確保し、通常の動作においては高い安定性を得ることができる。

【0082】次に、他の光ディスク装置について述べる。図3は光ディスク装置においてトラッキング制御系にカットオフ周波数を可変できるような低域補償フィルタを適用した場合について示したがフォーカス制御系の場合でも同様に構成することで対応可能である。一般的に相関が弱い場合、車載時および携帯時の振動やディスクの傷による振動が光ディスクに伝わる。このときの振動の周波数は数Hz～数十Hz前後に大きな振動のピークを有している。そのためフォーカス相関が弱い場合、数Hz～数十Hzのサーボゲインを上げることによって外乱が存在する場合においても高い追従能力を維持し、偏差を小さく抑えることができる。ただし、このように低域～中域のゲインを上げすぎると低域補償フィルタの位相まわりによって制御帯域付近の位相が劣化し、不安定になる問題がある。しかし、上記の振動等によるフォーカス相関の欠如は一時的なものであるため、相関性が回復次第、低域補償の形を元に戻せば安定余裕が復活する。このように振動や傷等の突発的な外乱があった場合においても、瞬時に低減ゲインをアップさせることでフォーカス追従能力を確保し、通常の動作においては高い安定性を得ることができる。

#### 【0083】実施例3

20

図4は本発明の実施例3の光ディスク装置においてトラック相関を検出し、繰り返し制御の学習度合いを変化させるとともに制御系のループゲインを変化させる制御方式を示すブロック図である。図において、8はアッテネータ、9はローパスフィルタ、10は学習メモリである。

【0084】次に動作について説明する。一般的な古典制御理論におけるナイキスト線図の安定条件は(-1, 0)の点を左に見ながらベクトル軌跡が進むと安定であると言われている。ところが、学習制御を行うと従来安定条件として着目していた点が円に変化するため、その分不安定要因が増大する。円の半径は繰り返しループのゲイン量であるため、完全な学習を行う場合(100%の円の時)には円条件(制御帯域付近の位相余裕が90deg以上とる)を満足しなければならないこととなる。現実には、上記円条件を満足することが難しいためフィルタやアッテネータで円を小さくし、安定性を保つことが行われている。

【0085】現状の繰り返し学習制御方式では、長所として、低域ゲインを上げずに(結果的に帯域を広げずに)追従能力が向上でき、また、学習する周波数領域を任意に(安定条件が許す範囲で)設定できることが挙げられる。また、繰り返し補償ゲインが1の周波数領域では定常偏差を0にすることができる。反面、短所として100%の学習ではナイキスト線図における円条件を満足する必要があり、学習能力を上げるほど従来の直列補償器のみの構成に比べて安定余裕が小さくなる欠点がある。また、外乱、振動、傷等における不要な信号も学習してしまうことなども従来からの問題点として挙げられていた。

【0086】従来の繰り返し制御方式では上記のような問題点があるため、繰り返し制御の学習度合いを変化させることが望ましい。しかし、トラック相関が弱いとき繰り返し学習能力が下がってしまうために結果的に大きな偏差が残る。そこで、ループの制御系のゲインを可変することでトラック相関が弱いとき制御系のゲインをアップさせ、外乱に対する制御系の追従能力を向上させる。同時に、上記制御系のゲインのアップによって制御帯域が上がり位相余裕が劣化しても学習制御の学習能力を低く抑えているため制御系が不安定になることはない。以上のように制御系を構成するとトラック相関が強いとき同期性に対して追従能力が強いシステムが実現でき、また、トラック相関が弱い、すなわち外乱が混入している場合においては制御ゲインのアップにより外乱に対して追従能力が強い構成となっている。

【0087】次に、他の光ディスク装置について述べる。フォーカス制御の場合もトラッキング制御の場合と同様に構成するとフォーカス相関が弱いとき繰り返し学習能力が下がってしまうために結果的に大きな偏差が残る。そこで、ループの制御系のゲインを可変することで

21

フォーカス相関が弱いとき制御系のゲインをアップさせ、外乱に対する制御系の追従能力を向上させる。同時に、上記制御系のゲインのアップによって制御帯域が上がり位相余裕が劣化しても学習制御の学習能力を低く抑えているため制御系が不安定になることはない。以上のように制御系を構成するとフォーカス相関が強いとき同期性に対して追従能力が強いシステムが実現でき、また、フォーカス相関が弱い、すなわち外乱が混入している場合においては制御ゲインのアップにより外乱に対して追従能力が強い構成となっている。

#### 【0088】実施例 4

図 5 は本発明の実施例 4 の光ディスク装置における相関検出をするためのブロック図である。図において、11 は学習メモリを示す。

【0089】次に図 5 の動作について説明する。実施例 1～3 では 1 周期前のディスク偏芯をメモリに記憶することについて説明したが、実際には 2～3 周期前のディスク偏芯をメモリ記憶してトータルの相関量を検出することが望ましい。図 6 において学習メモリが直列に接続しているのは過去数周期におけるトラック偏芯を記憶するためである。各メモリの間から取り出された信号ラインと現在のトラックエラーとの差をとることによって各々、1 周期前～数周期前までのトラック偏芯の現在のトラック偏芯との差を取り出すことができる。それを個別に絶対値をとることによって 1 トラック前～数トラック前の相関量を検出することができる。これらの絶対値量を加算し、ローパスフィルタ 3 によってフィルタリングすることにより数トラック前までの平均的な相関量を得ることができる。このような平均的な相関量を得ることにより突発的な外乱や傷等に影響されにくい、より正確な相関量を得ることができる。

【0090】同様にフォーカス制御の場合においても各メモリの間から取り出された信号ラインと現在のフォーカスエラーとの差をとることによって各々、1 周期前～数周期前までの面振れの現在の面振れとの差を取り出すことができる。それを個別に絶対値をとることによって 1 トラック前～数トラック前の相関量を検出することができる。これらの絶対値量を加算し、デジタルフィルタ 3 によってフィルタリングすることにより数トラック前までの平均的な相関量を得ることができる。このような平均的な相関量を得ることにより突発的な外乱や傷等に影響されにくい、より正確な相関量を得ることができる。

【0091】次に図 6 の動作について説明する。図 6 のシステムは上記平均的な相関量を用いて制御系のループゲインを可変するためのブロック図である。実施例 1 に示した学習メモリが 1 つの相関検出量を用いた場合、ディスクの傷や欠陥、またはトラックジャンプ等によって相関量が大幅に変化してしまう。図 5 のように平均的な相関量が得られるシステムにおいては、傷等が存在した

22

場合においても平均的な相関量はあまり変化しない。その結果、突発的な傷や極めて短時間の振動では制御系のゲインは変化せず、ある程度長時間で持続的な外乱やディスクの大きな傷に対してのみ相関量に変化し、制御系のゲインを可変せしめる。従って、実施例 1 よりも安定な制御システムが構築できる。

【0092】同様にフォーカス制御においても上記平均的な相関量を用いて制御系のループゲインを可変できるようにすると突発的な傷や極めて短時間の振動では制御系のゲインは変化せず、ある程度長時間で持続的な外乱やディスクの大きな傷に対してのみ相関量に変化し、制御系のゲインを可変せしめることができ安定なフォーカス制御システムが構築できる。

【0093】図 7 は光ディスク装置における平均的な相関検出し、カットオフ周波数を可変するためのブロック図である。

【0094】次に図 7 の動作について説明する。一般的に相関が弱い場合、車載時および携帯時の振動やディスクの傷による振動が光ディスクに伝わる。このときの振動の周波数は数 Hz ～数十 Hz 前後に大きな振動のピークを有している。そのためトラック相関が弱い場合、数 Hz ～数十 Hz のサーボゲインを上げることによって外乱が存在する場合においても高い追従能力を維持し、偏差を小さく抑えることができる。ただし、このように低域～中域のゲインを上げすぎると低域補償フィルタの位相まわりによって制御帯域付近の位相が劣化し、不安定になる問題がある。しかし、上記の振動等によるトラック相関の欠如は一時的なものであるため、相関性が回復次第、低域補償の形を元に戻せば安定余裕が復活する。

【0095】このよう振動や傷等の突発的な外乱があった場合においても瞬時に低域ゲインをアップさせることで追従能力を確保し、通常の動作においては高い安定性を得ることができる。図 7 は光ディスク装置においてトラッキング制御系にカットオフ周波数を可変できるような低域補償フィルタを適用した場合について示したがフォーカス制御系の場合でも同様に構成することで対応可能である。さらに、本システムでは、トラック相関の検出が 1 周期前のみではなく数周期前での平均的な相関量となっているため、傷や欠陥等による誤動作をすることがなくなる。

#### 【0096】実施例 5

図 8 は本発明の実施例 5 の光ディスク装置においてトラック相関を検出し、繰り返し制御の学習度合いを変化させるとともに制御系のループゲインを変化させる制御方式を示すブロック図である。

【0097】次に動作について説明する。一般的な古典制御理論におけるナイキスト線図の安定条件は  $(-1, 0)$  の点を左に見ながらベクトル軌跡が進むと安定であると言われている。ところが、学習制御を行うと従来安定条件として着目していた点が円に変化するため、その

23

分不安定要因が増大する。円の半径は繰り返しループのゲイン量であるため、完全な学習を行う場合（100%の円の時）には円条件（制御帯域付近の位相余裕を90deg以上とる）を満足しなければならないこととなる。現実には、上記円条件を満足することが難しいためフィルタやアッテネータで円を小さくし、安定性を保つことが行われている。

【0098】現状の繰り返し学習制御方式では、長所として、低域ゲインを上げずに（結果的に帯域を広げずに）追従能力が向上でき、また、学習する周波数領域を任意に（安定条件が許す範囲で）設定できることが挙げられる。また、繰り返し補償ゲインが1の周波数領域では定常偏差を0にすることができる。反面、短所として100%の学習ではナイキスト線図における円条件を満足する必要があり、学習能力を上げるほど従来の直列補償器のみの構成に比べて安定余裕が小さくなる欠点がある。また、外乱、振動、傷等における不要な信号も学習してしまうことなども従来からの問題点として挙げられていた。

【0099】従来の繰り返し制御方式では上記のような問題点があるため、繰り返し制御の学習度合いを変化させることが望ましい。しかし、トラック相関が弱いとき繰り返し学習能力が下がってしまうために結果的に大きな偏差が残る。そこで、ループの制御系のゲインを可変することでトラック相関が弱いとき制御系のゲインをアップさせ、外乱に対する制御系の追従能力を向上させる。同時に、上記制御系のゲインのアップによって制御帯域が上がり位相余裕が劣化しても学習制御の学習能力を低く抑えているため制御系が不安定になることはない。以上のようにトラッキング制御系を構成するとトラック相関が強いとき同期性に対して追従能力が強いシステムが実現でき、また、トラック相関が弱い、すなわち外乱が混入している場合においては制御ゲインのアップにより外乱に対して追従能力が強い構成となっている。さらに本システムでは、トラック相関の検出が1周期前のみではなく数周期前までの平均的な相関量となっているため、傷や欠陥等による誤動作をすることはなくなる。

【0100】次に、他の光ディスク装置について述べる。フォーカス制御の場合もフォーカス相関が弱いとき繰り返し学習能力が下がってしまうために結果的に大きな偏差が残る。そこで、ループの制御系のゲインを可変することでフォーカス相関が弱いとき制御系のゲインをアップさせ、外乱に対する制御系の追従能力を向上させる。同時に、上記制御系のゲインのアップによって制御帯域が上がり位相余裕が劣化しても学習制御の学習能力を低く抑えているため制御系が不安定になることはない。以上のようにフォーカス制御系を構成するとフォーカス相関が強いとき同期性に対して追従能力が強いシステムが実現でき、また、フォーカス相関が弱い、すなわ

24

ち外乱が混入している場合においては制御ゲインのアップにより外乱に対して追従能力が強い構成となっている。さらに本システムでは、フォーカス相関の検出が1周期前のみではなく数周期前までの平均的な相関量となっているため、傷や欠陥等による誤動作をすることはなくなる。

#### 【0101】実施例6

図9は本発明の実施例6の光ディスク装置における相関検出するためのブロック図である。図において、12は学習メモリ、13はデジタルフィルタを示す。

【0102】次に動作について説明する。図9はディスク1～n回転分前のトラック偏差を記憶する容量の異なる学習メモリ12を個々に有し、1～n回転前の記憶した偏差情報に、デジタルフィルタ13によって各々周波数特性上の重みづけをした後、絶対値をかけて1トラック前のトラック偏差との相関を検出する構成になっている。図11はディスク1～n回転分前のトラック偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、1～n回転前の記憶した偏差情報に、各々周波数特性上の重みづけをした後、1トラック前のトラック偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきトラッキング制御系のフィードバックゲイン量を可変するためのブロック図である。

【0103】図9において、制御系におけるトラックエラー信号の1～nトラック前までのトラックエラー信号の相関値に対し、例えば古い情報による相関値（数～nトラック前）にはデジタルフィルタのカットオフ周波数を低くし、十分ノイズ成分を除去するとともに、新しい情報による相関値にはデジタルフィルタのカットオフ周波数を高くし、なるべく全ての情報を活用するような重みづけを与えることにより、古い情報におけるノイズや外乱が相関値に影響しないようにする。

【0104】このように振動や傷等の突発的な外乱があった場合においてもデジタルフィルタのカットオフ周波数を可変することでノイズや外乱が相関値に影響せず、高い安定性と追従能力を得ることができる。このように安定な相関量に基づき図11のように制御系のループゲインを可変すれば、トラック相関に応じた制御帯域を定めることができ、しかも傷等による不要な帯域変動を防ぐことが可能と思われる。また、図13はディスク1～n回転分前のトラック偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、1～n回転前の記憶した偏差情報に、各々周波数特性上の重みづけをした後、1トラック前のトラック偏差との相関を検出し、上記相関量に基づき低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変するためのブロック図である。図13のようにトラッキング制御系の低域補償フィルタの係数を動かす場合も傷等により不要に帯域変化がおきない。更に同様に、図15は学習補償器のフィードフォワードループのゲインを可変するためのブロック図で、この場合も相関量が安定化されているため、学習ループのゲインが不要に変動することがな

25

くなる。

【0105】フォーカス制御系の場合でも同様に構成することで対応可能である。図9はディスク1～n回転前の焦点ズレの偏差を記憶する容量の異なる学習メモリを個々に有し、1～n回転前の記憶した面振れ情報に、デジタルフィルタによって各々周波数特性上の重みづけをした後、絶対値をかけて1トラック前の焦点ズレの偏差との相関を検出する構成になっている。

【0106】図9において、制御系における焦点ズレ信号の1～nトラック前までの焦点ズレ信号の相関値に対し、例えば古い情報による相関値（数～nトラック前）にはデジタルフィルタのカットオフ周波数を低くし、十分ノイズ成分を除去するとともに、新しい情報による相関値にはデジタルフィルタのカットオフ周波数を高くし、なるべく全ての情報を活用するような重みづけを与えることにより、古い情報におけるノイズや外乱が相関値に影響しないようにする。

【0107】このように振動や傷等の突発的な外乱があった場合においてもデジタルフィルタのカットオフ周波数を可変することでノイズや外乱が相関値に影響せず、高い安定性と追従能力を得ることができる。このように安定な相関量に基づき図11のように制御系のループゲインを可変すれば、フォーカス相関に応じた制御帯域を定めることができ、しかも傷等による不要な帯域変動を防ぐことが可能と思われる。また、図13のようにフォーカス制御系の低域補償フィルタの係数を動かす場合も傷等により不要に帯域変化がおきない。更に同様に、図15に示すように学習補償器のフィードフォワードループのゲインを可変することも可能で、この場合も相関量が安定化されているため、学習ループのゲインが不要に

【0108】実施例7

図10は本発明の実施例7の光ディスク装置における相関検出をするためのブロック図である。図において、12は学習メモリ、14はQ値がそれぞれ異なるバンドパスフィルタを示す。

【0109】次に動作について説明する。図10はディスク1～n回転前のトラック偏差を記憶する容量の異なる学習メモリを個々に有し、1～n回転前の記憶した偏芯情報に、各々にQ値が可変されたバンドパスフィルタによる重みづけをした後、絶対値をかけて1トラック前のトラック偏差との相関を検出する構成になっている。図12はディスク1～n回転前のトラック偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、1～n回転前の記憶した偏芯情報に、各々にQ値が可変されたバンドパスフィルタによる重みづけをした後、1トラック前のトラック偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきトラッキング制御系のフィードバックゲイン量を可変するためのブロック図である。

【0110】図10において、制御系におけるトラック

26

エラー信号の1～nトラック前までのトラックエラー信号の相関値に対し、例えば古い情報による相関値（数～nトラック前）にはバンドパスフィルタのQ値を高くし、十分ノイズ成分を除去するとともに、新しい情報による相関値にはバンドパスフィルタのQ値を低くし、なるべく全ての情報を活用するような重みづけを与えることにより、古い情報におけるノイズや外乱が相関値に影響しないようにする。

【0111】このように振動や傷等の突発的な外乱があった場合においてもバンドパスフィルタのQ値を可変することでノイズや外乱が相関値に影響せず、高い安定性と追従能力を得ることができる。このように安定な相関量に基づき図12のように制御系のループゲインを可変すれば、トラック相関に応じた制御帯域を定めることができ、しかも傷等による不要な帯域変動を防ぐことが可能と思われる。また、図14はトラッキング制御系の低域補償フィルタの係数を動かす場合のブロック図で、この場合も傷等により不要に帯域変化がおきない。更に同様に、図16は学習補償器のフィードフォワードループのゲインを可変するためのブロック図で、この場合も相関量が安定化されているため、学習ループのゲインが不要に変動することがなくなる。

【0112】これをフォーカス制御系に適用すると、図10はディスク1～n回転前の焦点ズレ偏差を記憶する容量の異なる学習メモリを個々に有し、1～n回転前の記憶した面振れ情報に、各々にQ値が可変されたバンドパスフィルタによる重みづけをした後、絶対値をかけて1トラック前の焦点ズレ偏差との相関を検出する構成になっている。図12においては、ディスク1～n回転前の焦点ズレ偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、1～n回転前の記憶した面振れ情報に、各々にQ値が可変されたバンドパスフィルタによる重みづけをした後、1トラック前の焦点ズレ偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきフォーカス制御系のフィードバックゲイン量を可変する。

【0113】図10において、制御系における焦点ズレ信号の1～nトラック前までの焦点ズレ信号の相関値に対し、例えば古い情報による相関値（数～nトラック前）にはバンドパスフィルタのQ値を高くし、十分ノイズ成分を除去するとともに、新しい情報による相関値にはバンドパスフィルタのQ値を低くし、なるべく全ての情報を活用するような重みづけを与えることにより、古い情報におけるノイズや外乱が相関値に影響しないようにする。

【0114】このように振動や傷等の突発的な外乱があった場合においてもバンドパスフィルタのQ値を可変することでノイズや外乱が相関値に影響せず、高い安定性と追従能力を得ることができる。このように安定な相関量に基づき図12のように制御系のループゲインを可変すれば、フォーカス相関に応じた制御帯域を定めること



27

ができ、しかも傷等による不要な帯域変動を防ぐことが可能と思われる。また、図 14 のようにフォーカス制御系の低域補償フィルタの係数を動かす場合も傷等により不要に帯域変化がおきない。更に同様に、図 16 に示すように学習補償部のフィードフォワードループのゲインを可変することも可能で、この場合も相関量が安定化されているため、学習ループのゲインが不要に変動することがなくなる。

#### 【0115】

【発明の効果】本発明の請求項 1 記載の光ディスク装置<sup>10</sup>によれば、ディスク 1 回転分のトラック偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、トラッキング制御系のループゲインを可変することでトラック相関量に応じてトラッキング制御系の制御帯域を可変することで振動やディスクの傷等の突発的な外乱に影響されることなく、トラッキング制御システムが安定化される。

【0116】また、本発明の請求項 2 記載の光ディスク装置によれば、ディスク 1 回転分の焦点ズレの偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前の焦点ズレの偏差<sup>20</sup>との相関を検出し、フォーカス制御系のループゲインを可変することで焦点ズレの相関量に応じてフォーカス制御系の制御帯域を可変することで振動やディスクの傷等の突発的な外乱に影響されることなく、フォーカス制御システムが安定化される。

【0117】また、本発明の請求項 3 記載の光ディスク装置によれば、ディスク 1 回転分のトラック偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、トラッキング制御系の低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変することで振動やディスクの<sup>30</sup>傷等の突発的な外乱に影響されることなく、追従能力の高いトラッキング制御システムが構成できる。

【0118】また、本発明の請求項 4 記載の光ディスク装置によれば、ディスク 1 回転分の焦点ズレの偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前の焦点ズレの偏差との相関を検出し、フォーカス制御系の低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変することで振動やディスクの傷等の突発的な外乱に影響されることなく、追従能力の高いフォーカス制御システムが構成できる。

【0119】また、本発明の請求項 5 記載の光ディスク<sup>40</sup>装置によれば、ディスク 1 回転分のトラック偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードループにおけるアッテネータ量を可変することで振動やディスクの傷等の突発的な外乱があっても、学習制御のループのゲインが不要に変動しないため、トラッキング制御における学習制御系が安定化される。

【0120】また、本発明の請求項 6 記載の光ディスク装置によれば、ディスク 1 回転分の焦点ズレの偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前の焦点ズレ偏差と<sup>50</sup>

28

の相関を検出し、学習補償部のフィードフォワードループにおけるアッテネータ量を可変することで振動やディスクの傷等の突発的な外乱があっても、学習制御のループのゲインが不要に変動しないため、フォーカス制御における学習制御系が安定化される。

【0121】また、本発明の請求項 7 記載の光ディスク装置によれば、ディスク 1 回転～数回転分にわたるそれぞれ容量の異なるメモリを用いて、ディスク 1 回転～数回転前のトラック偏差を記憶し、現在のトラック偏差と比較することで、現在追従しているトラックと 1～数トラック前のトラック誤差との平均値との相関を検出することで、振動やディスクの傷等の突発的な外乱に影響されることなく、上記請求項 1～請求項 6 の光ディスク装置より追従能力が高く、安定性の高い制御システムが構成できる。

【0122】また、本発明の請求項 8 記載の光ディスク装置によれば、ディスク 1 回転分のトラック偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、トラッキング制御系の低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変するとともに繰り返し制御の学習度合を変化させトラッキング制御系のループゲインを可変することで振動やディスクの傷等の突発的な外乱に影響されることなく、追従能力の高い、誤動作のないトラッキング制御システムが構成できる。

【0123】また、本発明の請求項 9 記載の光ディスク装置によれば、ディスク 1 回転分の焦点ズレの偏差を記憶するメモリを用いて、1 トラック前の焦点ズレの偏差との相関を検出し、フォーカス制御系の低域補償フィルタのカットオフ周波数を可変するとともに繰り返し制御の学習度合を変化させフォーカス制御系のループゲインを可変することで振動やディスクの傷等の突発的な外乱に影響されることなく、追従能力の高い、誤動作のないフォーカス制御システムが構成できる。

【0124】また、本発明の請求項 10 記載の光ディスク装置によれば、ディスク 1～n 回転分前のトラック偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、1～n 回転前の記憶した偏差情報に、各々周波数特性上の重みづけをした後、1 トラック前のトラック偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきトラッキング制御系のフィードバックゲイン量を可変することで振動やディスクの傷等の突発的な外乱に影響されることなく、制御ゲインの決定において基準となる相関量がより安定化されたトラッキング制御システムが構築できる。

【0125】また、本発明の請求項 11 記載の光ディスク装置によれば、ディスク 1～n 回転分前の焦点ズレ偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、1～n 回転前の記憶した面振れ情報に、各々周波数特性上の重みづけをした後、1 トラック前の焦点ズレ偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきフォーカシング制御系のフィードバックゲイン量を可変することで振動やディス



29

クの傷等の突発的な外乱に影響されることなく、制御ゲインの決定において基準となる相関量がより安定化されたフォーカス制御システムが構築できる。

【0126】また、本発明の請求項12記載の光ディスク装置によれば、ディスク1～n回転前のトラック偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、各々にQ値が可変されたバンドパスフィルタによる重みづけをした後、各々のメモリ群に記憶し、1トラック前のトラック偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきトラッキング制御系のフィードバックゲイン量を可変すること<sup>10</sup>で振動やディスクの傷等の突発的な外乱に影響されることなく、制御ゲインの決定において基準となる相関量がより安定化されたトラッキング制御システムが構築できる。

【0127】また、本発明の請求項13記載の光ディスク装置によれば、ディスク1～n回転前の焦点ズレ偏差を記憶する容量の異なるメモリを個々に有し、各々にQ値が可変されたバンドパスフィルタによる重みづけをした後、各々のメモリ群に記憶し、1トラック前の焦点ズレ偏差との相関を検出し、上記相関量に基づきフォー<sup>20</sup>カス制御系のフィードバックゲイン量を可変することで振動やディスクの傷等の突発的な外乱に影響されることなく、制御ゲインの決定において基準となる相関量がより安定化されたフォーカス制御システムが構築できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1の光ディスク装置における相関検出をするためのブロック図である。

【図2】 トラック相関量によって制御系のループゲインを可変するように構成した光ディスク装置における相関検出をするためのブロック図である。<sup>30</sup>

【図3】 本発明の実施例2の光ディスク装置における相関検出をするためのブロック図である。

【図4】 本発明の実施例3の光ディスク装置においてトラック相関を検出し、繰り返し学習制御の学習度合いを変化させるとともに制御系のループゲインを変化させる制御方式を示すブロック図である。

【図5】 本発明の実施例4の光ディスク装置における平均的な相関量を検出するためのブロック図である。

【図6】 本発明の実施例4の光ディスク装置において平均的な相関量を用いて制御系のループゲインを可変す<sup>40</sup>るためのブロック図である。

【図7】 本発明の実施例4の光ディスク装置における平均的な相関検出し、カットオフ周波数を可変するためのブロック図である。

【図8】 本発明の実施例5の光ディスク装置においてトラック相関を検出し繰り返し制御の学習度合いを変化させるとともに制御系のループゲインを変化させる制御方式を示すブロック図である。

【図9】 本発明の実施例6の光ディスク装置における相関検出をするためのブロック図である。<sup>50</sup>

30

【図10】 本発明の実施例7の光ディスク装置における相関検出をするためのブロック図である。

【図11】 本発明の実施例による光ディスク装置において周波数特性上の重みづけをしたあと、トラッキング制御系のフィードバックゲイン量を可変するためのブロック図である。

【図12】 本発明の実施例による光ディスク装置において周波数特性上の重みづけをしたあと、トラッキング制御系のフィードバックゲイン量を可変するためのブロック図である。

【図13】 本発明の実施例による光ディスク装置においてトラッキング制御系の低域補償フィルタの係数を可変するためのブロック図である。

【図14】 本発明の実施例による光ディスク装置においてトラッキング制御系の低域補償フィルタの係数を可変するためのブロック図である。

【図15】 本発明の実施例による光ディスク装置において学習補償器のフィードフォワードループのゲインを可変するためのブロック図である。

【図16】 本発明の実施例による光ディスク装置において学習補償器のフィードフォワードループのゲインを可変するためのブロック図である。

【図17】 従来のビデオディスクのトラックの振れの規格の図である。

【図18】 従来のレンズ駆動機構の原理を説明するための図である。

【図19】 従来の反射鏡の傾きを変え、レーザ光ビーム傾きを変える機構を示す断面図である。

【図20】 従来の反射鏡を用いたレーザ光スポットの2軸駆動機構の図である。

【図21】 従来のオートトラッキングサーボ信号検出法の例（3スポット法）を示す図である。

【図22】 従来の3スポットの形式が回折格子を用いて行われる図である。

【図23】 従来の3スポット法によるトラッキングサーボの例を示す図である。

【図24】 従来の非点収差法によるフォーカスサーボ信号の検出を示す図である。

【図25】 従来のプッシュプル法によるオートトラッキングサーボ信号検出を示す図である。

【図26】 従来の非点収差法に用いられた4分割検知器上のスポット形状を示す図である。

【図27】 従来のフォーカシング、トラッキング、ラジアル送りサーボの関係を示す図である。

【図28】 従来のスパイラルトラック追尾時の対物レンズの動きを示す図である。

【図29】 従来のトラッキング駆動系のモデルを示す図である。

【図30】 従来のトラッキング駆動系のブロック線図である。

31

- 【図 3 1】 従来の位相余裕量に対する学習限界を示す図である。
- 【図 3 2】 従来の繰り返し型学習制御の安定性を示す図である。
- 【図 3 3】 従来の学習補償器の周波数特性を示す図である。
- 【図 3 4】 従来のDSPを用いた学習制御系ブロック図である。
- 【図 3 5】 従来の偏差補償器の入出力を示す図であ \*

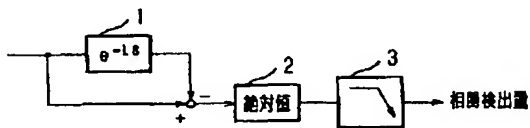
32

- る。
- 【図 3 6】 従来のトラックエラーを示す図である。

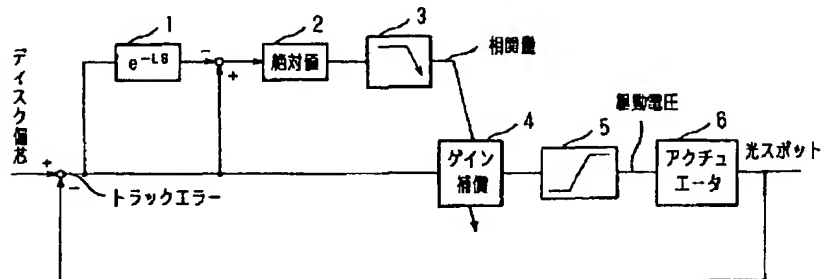
## 【符号の説明】

1, 10, 11, 12 学習メモリー ( $e^{-Ls}$ )、2 絶対値演算器、3, 9 ローパスフィルタ、4 ゲイン補償器、5 進み補償器、6 トラッキングアクチュエータ、7 低域補償フィルタ、8 アッテネータ、13 デジタルフィルタ、14 バンドパスフィルタ。

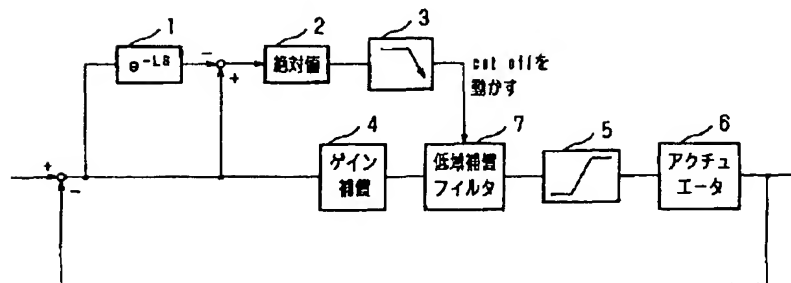
【図 1】



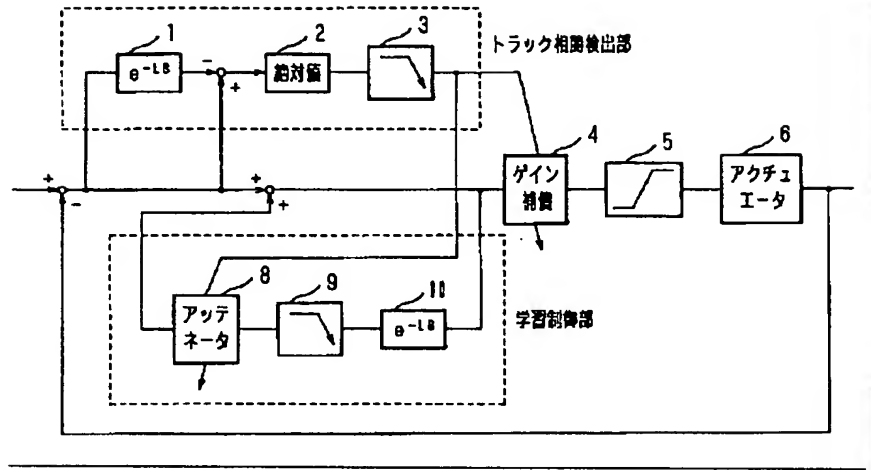
【図 2】



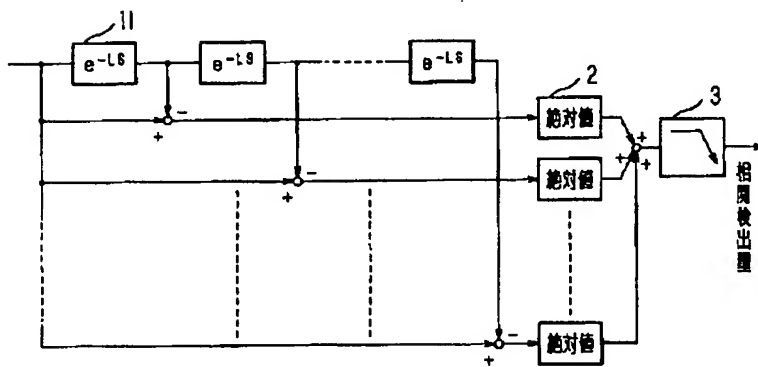
【図 3】



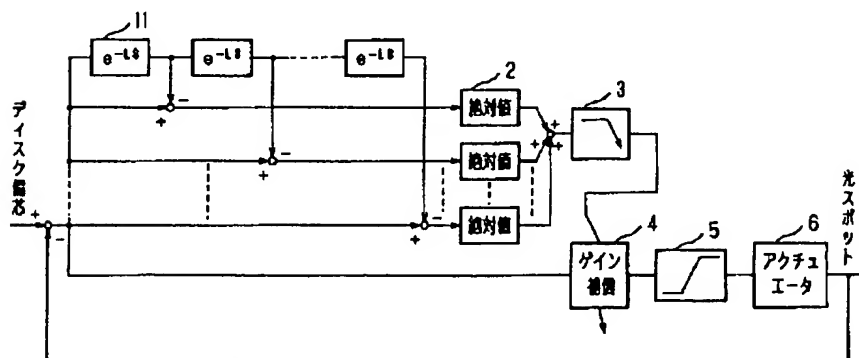
【図 4】



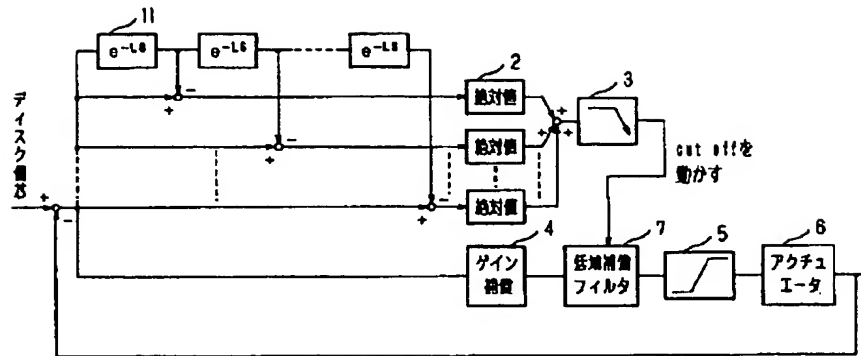
【図 5】



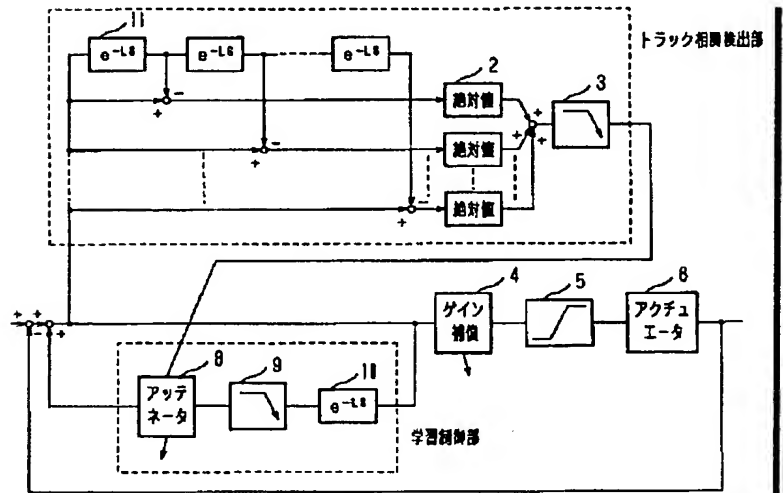
【図 6】



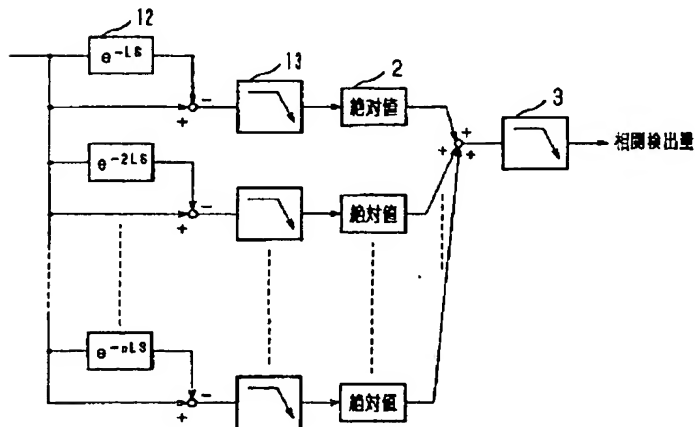
【図 7】



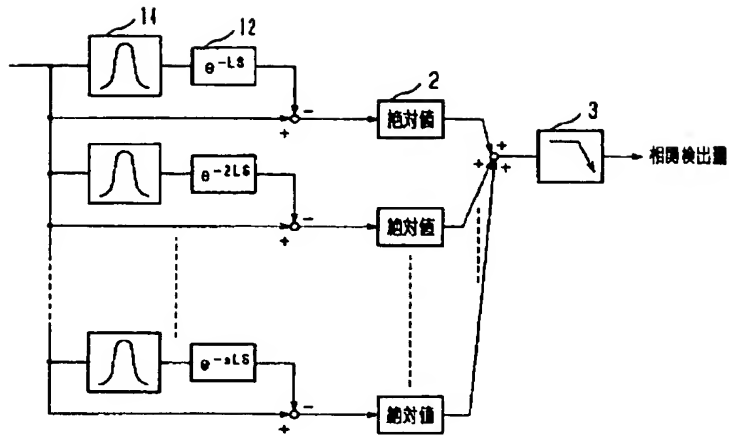
【図 8】



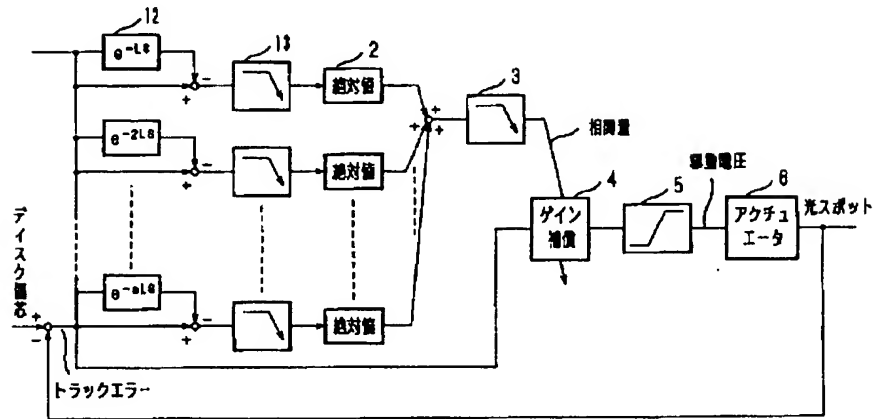
【図 9】



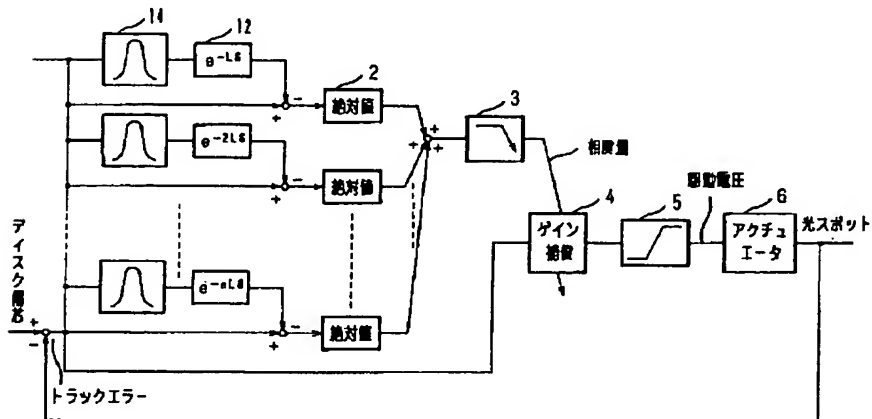
【図 10】



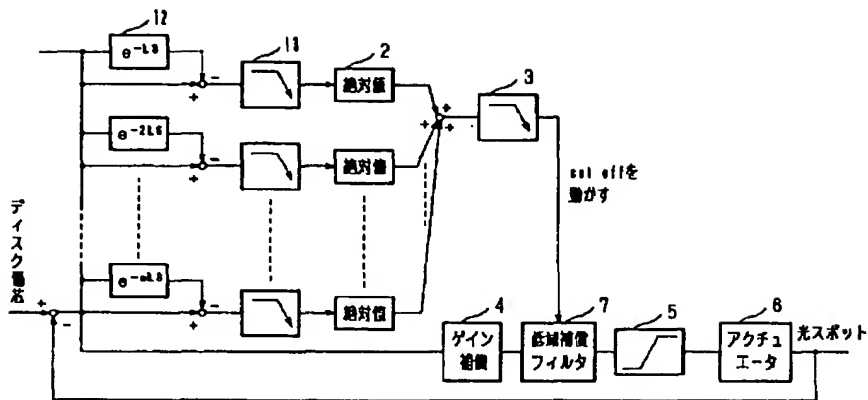
【図 11】



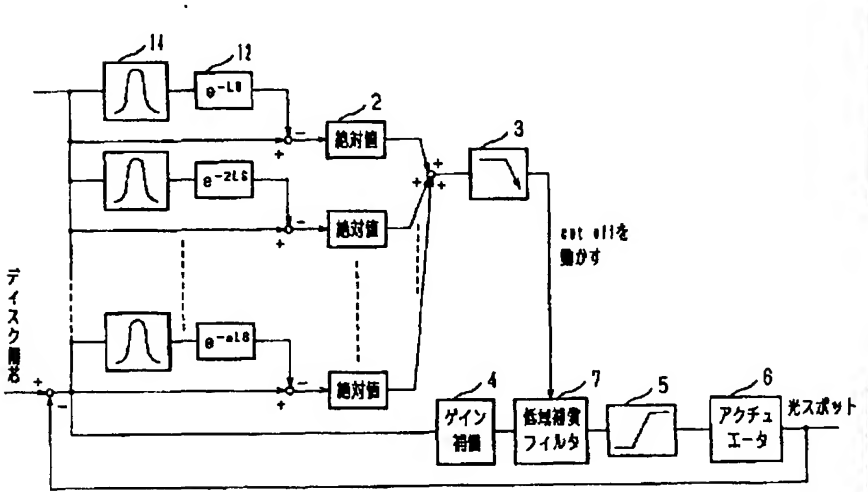
【図 12】



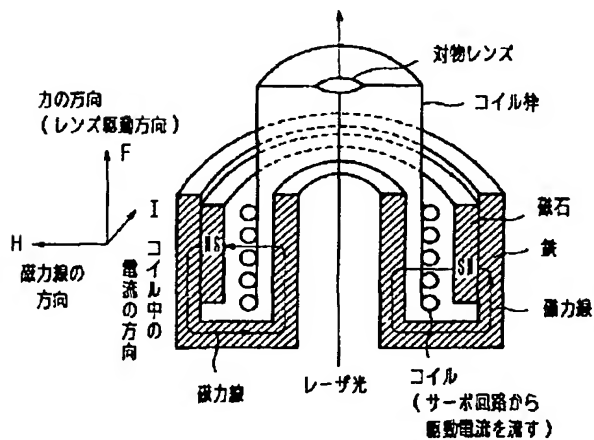
【図 13】



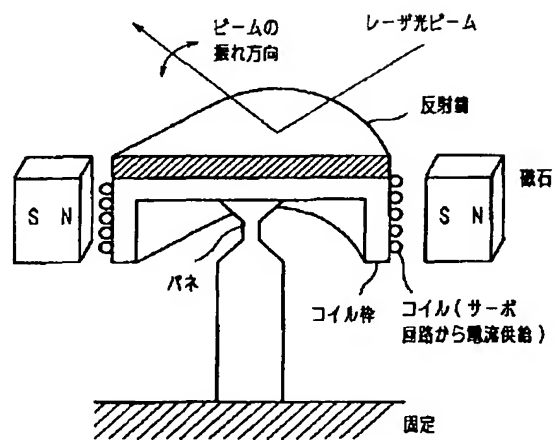
【図 14】



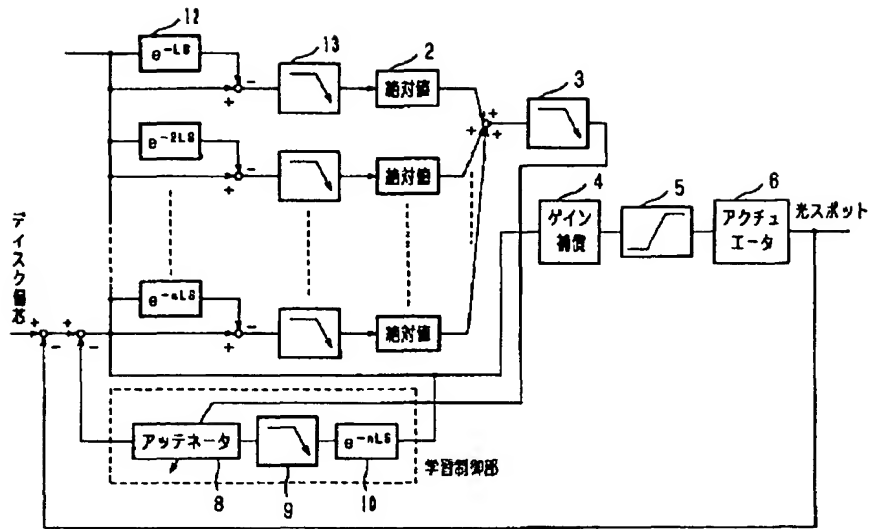
【図 18】



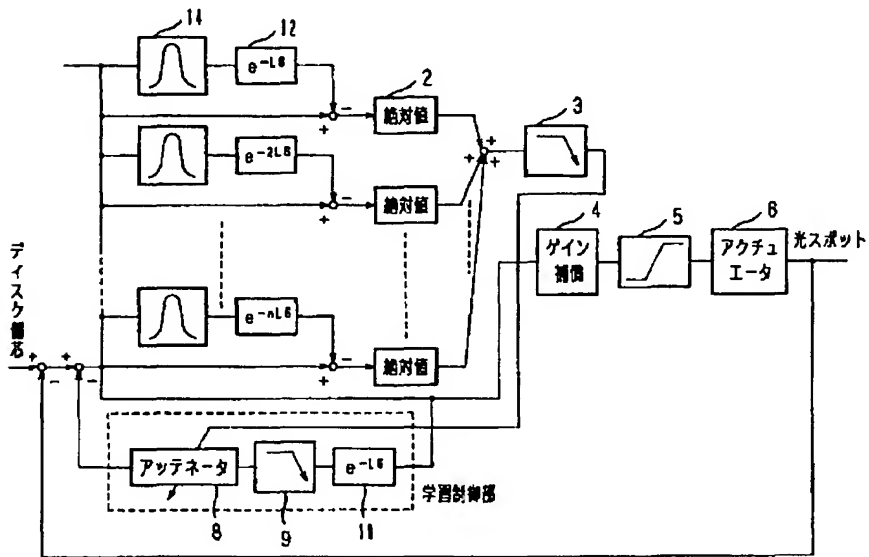
【図 19】



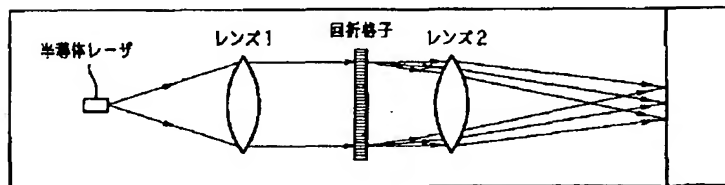
【図 15】



【図 16】

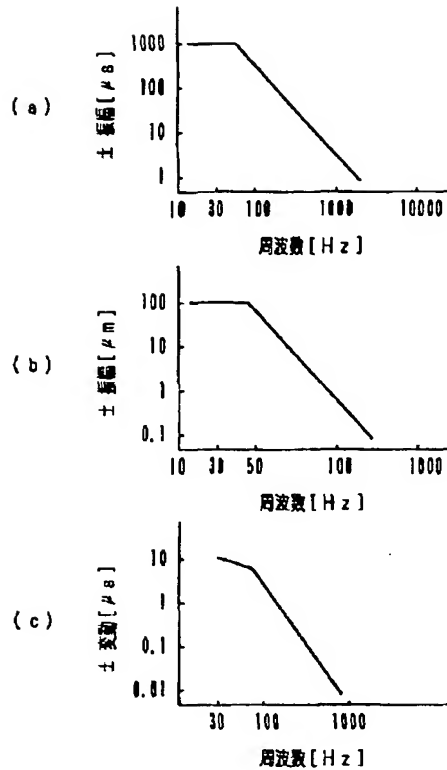


【図 22】

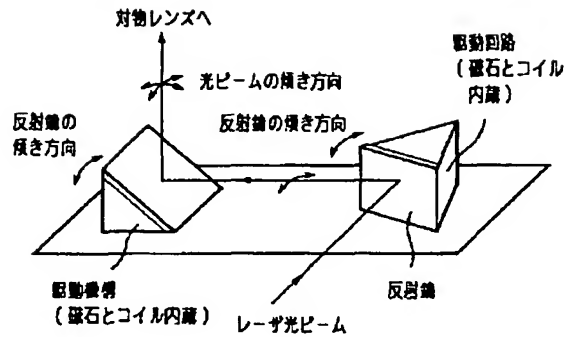




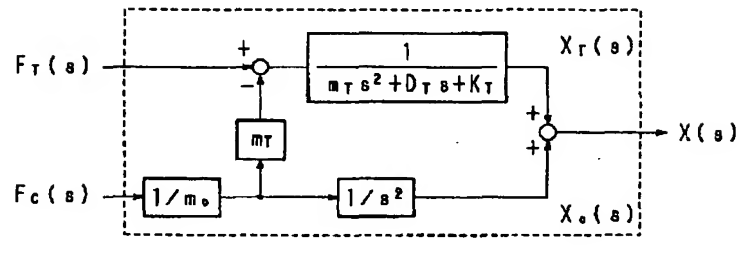
【図 17】



【図 20】

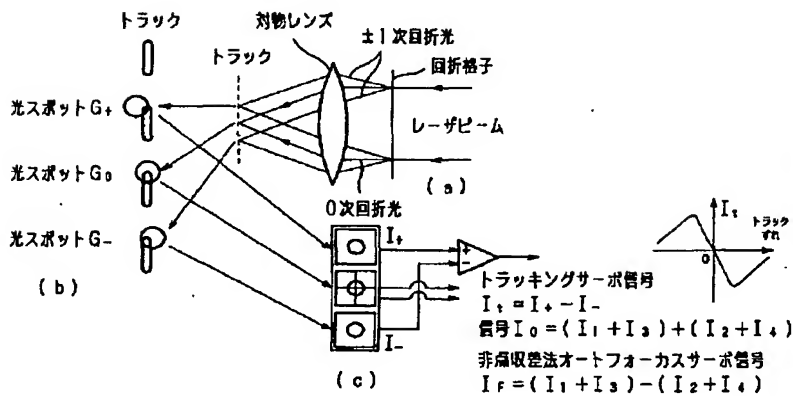


【図 30】

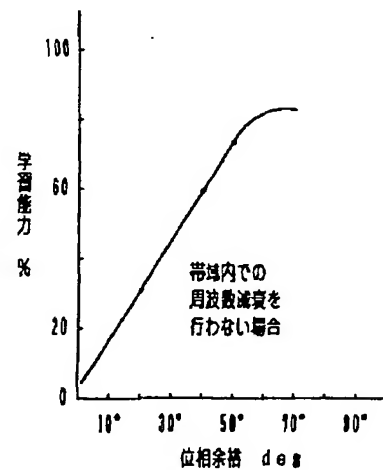


G(s) : 2入力1出力系の伝達関数

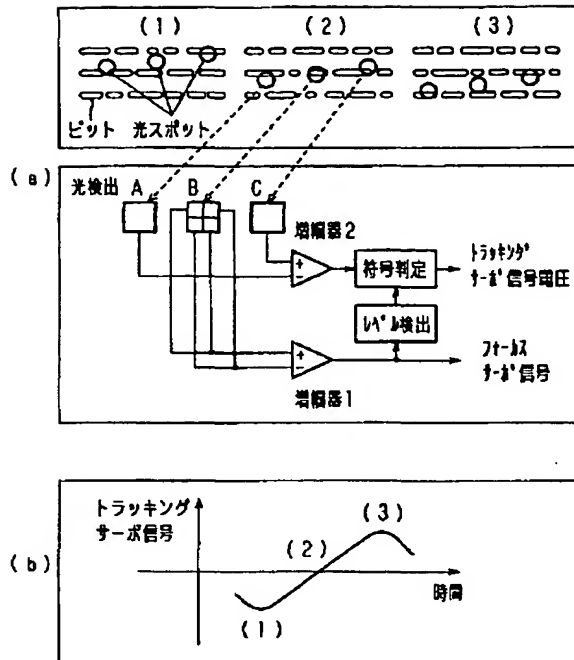
【図 21】



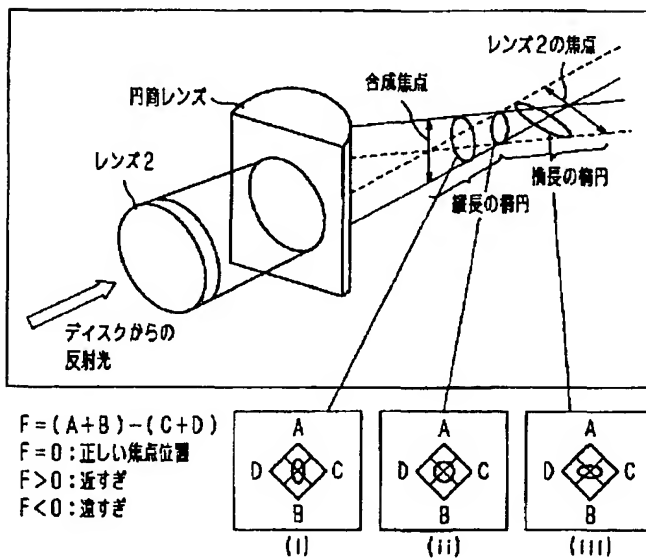
【図 31】



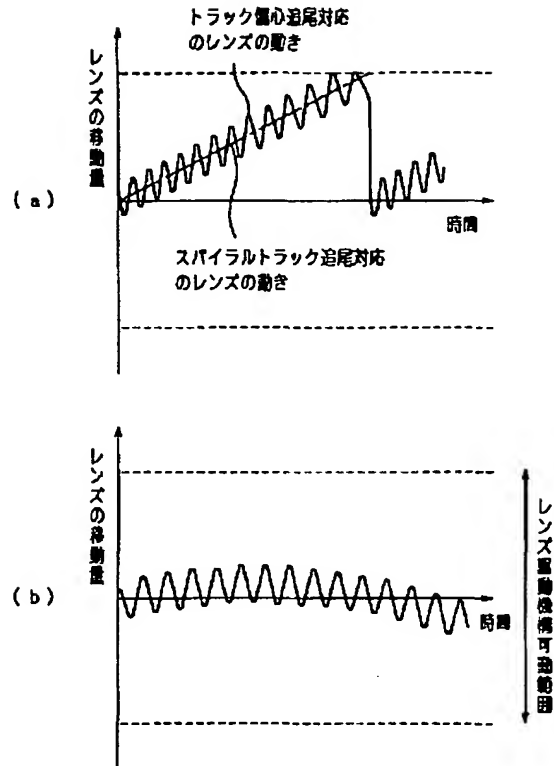
【図 23】



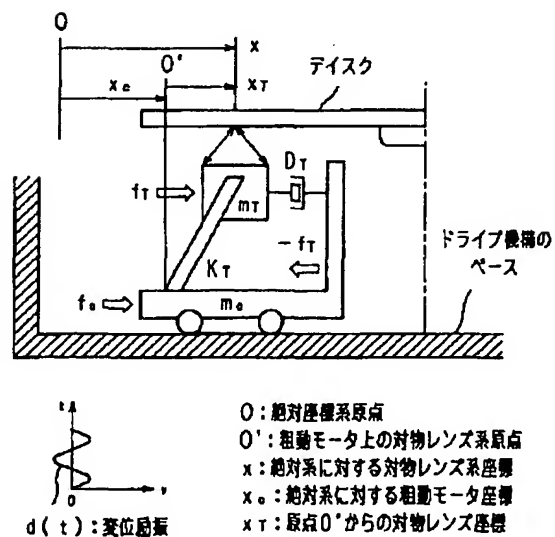
【図 24】



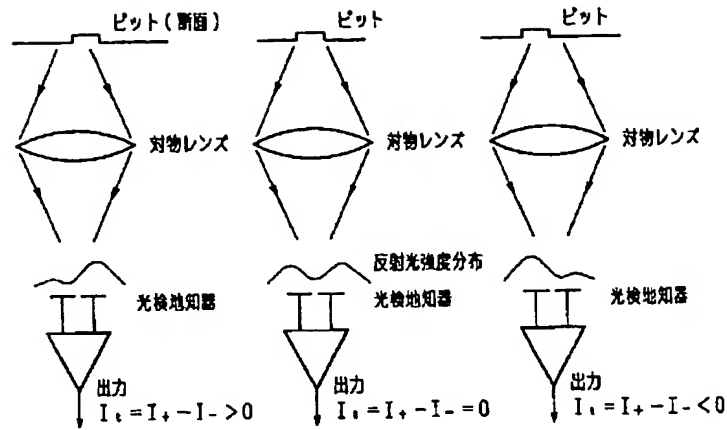
【図 28】



【図 29】

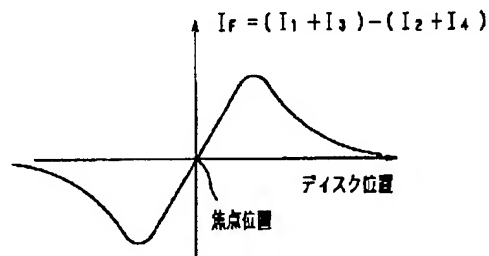


【図 25】

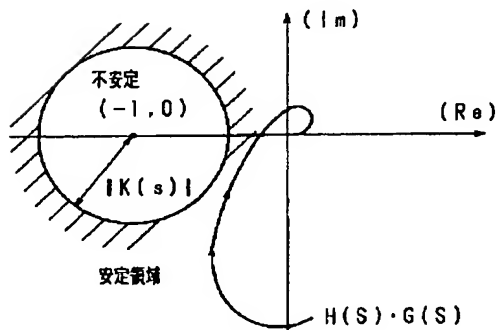


【図 26】

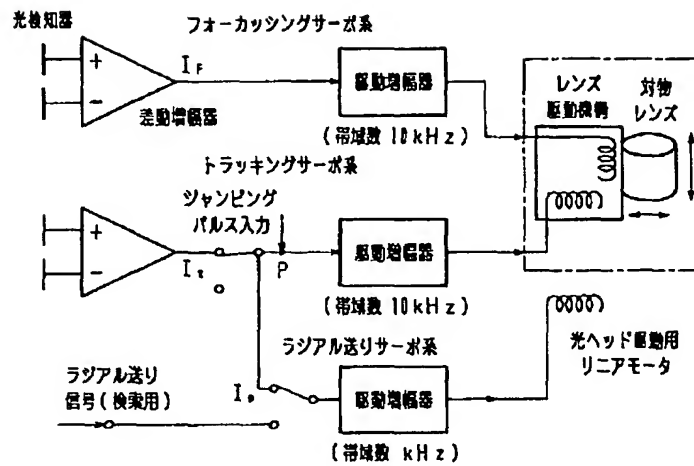
ディスク位置	(1) レンズから遠ざかりすぎ	(2) 焦点位置	(3) レンズに近すぎ
光検知器上の光スポット形状			



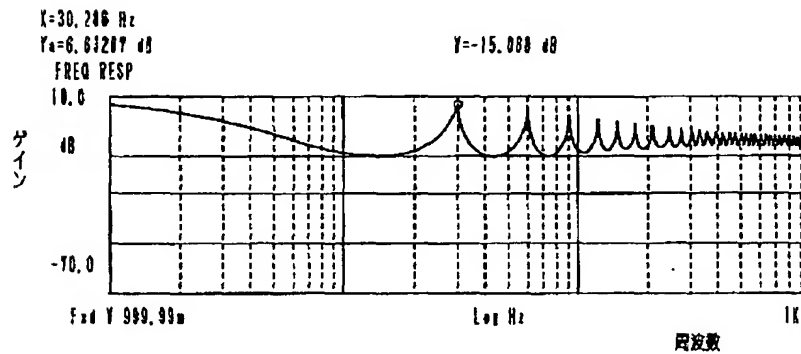
【図 32】



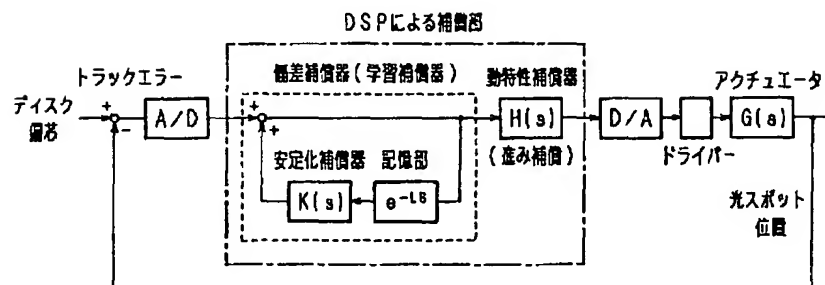
【図 27】



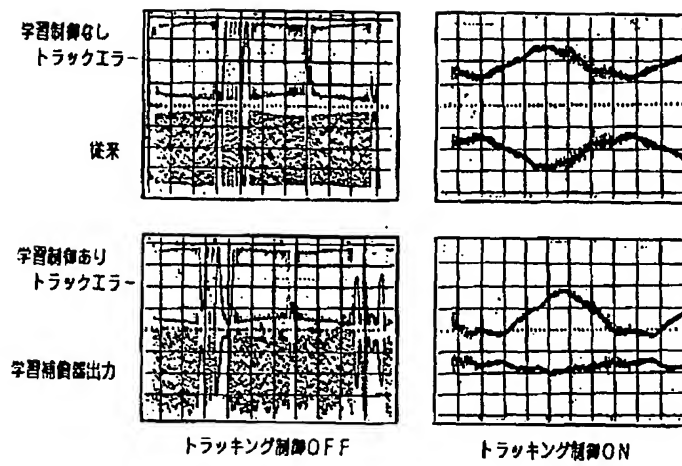
【図 33】



【図 34】



【図 35】



【図 36】

